

⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑪ Offenlegungsschrift
⑪ DE 31 01 629 A 1

⑩ Int. Cl. 3:
H 02 K 29/02

DE 31 01 629 A 1

BEST AVAILABLE COPY

⑩ Anmelder:
TELDIX GmbH, 6900 Heidelberg, DE

P 31 01 629.4
20. 1. 81
26. 8. 82

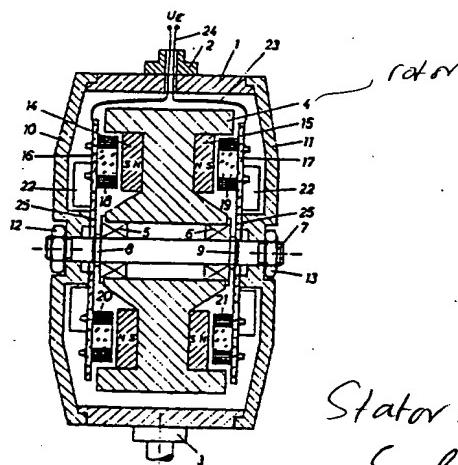
⑩ Erfinder:
Ruff, Gerd, 6900 Heidelberg, DE

⑩ Recherchenergebnis gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG:

DE-AS	25 00 994
DE-AS	21 43 752
DE-OS	28 34 183
DE-OS	28 31 774
DE-OS	21 60 679
DD	93 592
FR	14 95 842

④ Kollektorföser Gleichstrommotor

Die Erfindung betrifft einen kollektorföser Gleichstrommotor z.B. für Kreiselanwendung. Der Rotor (4) des Motors ist mit Dauermagneten (14, 15) an den Stirnseiten bestückt, welche in Umfangsrichtung wechselweise polarisiert sind. Der Stator besteht aus mindestens zwei Phasen, die mittels berührungslos arbeitenden Sensoren geschaltet werden. Die Spulen (18-21) dieser Phasen sind stromseitig gegenüber den Permanentmagneten erfundungsgemäß auf Platinen (16, 17) angeordnet, auf welchen auch die Kommutierungselektronik und die Sensoren befestigt sind. Auf diesen Platten sind gleichzeitig auch gedruckte Schaltungen aufgebracht, welche die einzelnen Bauelemente elektrisch verbindet. Die Spulen bestehen aus einem Wickelkörper, in welchem zwei Anschlußstifte befestigt sind. Die Enden des auf den Wickelkörper gewickelten Spulendrahtes sind an den Anschlußstiften angeschweißt. Die gesamte Spule wird in der Art eines elektrischen Bauteils mittels den Anschlußstiften auf der Platine fixiert und an den Leiterbahnen angelötet. (31 01 629)



Stator =
Spulen auf
Platine!

DE 31 01 629 A 1

3101629

E-477

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Kollektorloser Gleichstrommotor, insbesondere für Kreiselanwendung mit einer Mehrzahl von etwa kreisförmig um die Längsachse des Rotors angeordneten, axial polarisierten Dauermagneten und mit einer wenigstens zweiphasigen, aus mehreren auf einen Spulenkern gewickelten Einzelpulnen bestehenden, auf dem Stator angeordneten Wicklung, wobei zwischen den Magneten und der Wicklung ein axialer Luftspalt liegt, wobei die Wicklungen von einer auf einer am Stator untergebrachten Kommutierungselektronik angesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Platine (16) gleichzeitig als Träger der mehreren Einzelpulnen (18) dient, wozu die Einzelpulnen im Spulenkern (31) befestigte und mit den Spulenenden (29, 30) elektrisch verbundene Anschlußstifte (25, 26) aufweisen und diese in Öffnungen der Platine (18) eingesteckt sind und die eingesteckten Enden der Stifte (25, 26) mit der gedruckten Schaltung verlötet sind.
2. Gleichstrommotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kommutierungselektronik (22) als ein integriertes elektronisches Bauteil ausgebildet ist.
3. Gleichstrommotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf der zweiten Stirnseite des Rotors (4) weitere Permanentmagnete (15) angeordnet sind und in Bezug zu diesen eine zweite Platine (17) mit Einzelpulnen (19) angeordnet ist, wobei diese mit den Einzelpulnen (18) der ersten Platine (16) verbunden sind.
4. Gleichstrommotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der Motorkommutierung (22) auf der zweiten Platine (17) untergebracht ist und dieser Teil und die Spulen (19) mittels Leitungen (23) mit dem an-

TELDIX
HEIDELBERG

20.01.81

3101629

E-477

deren Teil der Motorkommutierung (22) und den Einzel-
spulen (18) der ersten Platine (16) verbunden sind.

5. Gleichstrommotor nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Wicklungsenden (29, 30) mittels La-
serstrahl o.ä. an die Stifte (25, 26) angeschweißt
sind.
6. Gleichstrommotor nach einem der Ansprüche 1 - 5, da-
10 durch gekennzeichnet, daß die Wicklung (27) der einzel-
nen Spule (18, 19) aus einer dünnen Leiterfolie besteht
und die Breite der Folie vorzugsweise der Breite der
Spule entspricht und daß diese Leiterfolie mittels
einer zwischen den einzelnen Lagen der Wicklung liegen-
15 den Folie elektrisch isoliert ist.
7. Gleichstrommotor nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der Mo-
tordrehzahl die Spulen einer Phase eine gegenüber weite-
20 ren Phasen größere Windungszahl aufweist, und dadurch
eine gegenüber den weiteren Phasen höhere elektromoto-
rische Kraft induziert wird, welche den Motorstrom be-
einflußt und daß eine Auswerteschaltung vorgesehen ist,
die eine durch die höhere elektromotorische Kraft ver-
25 ursachte Stromänderung auswertet und mittels der Fre-
quenz der Stromänderung die Motordrehzahl bestimmt.
8. Gleichstrommotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, da-
durch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der Motordreh-
30 zahl ein auf einer Platine (16, 17) angeordnetes, elek-
tromagnetische Wellen aussendendes Element angeordnet
ist, daß diese elektromagnetischen Wellen mit der Rota-
tionsfrequenz des Motors amplitudenmoduliert sind und
daß außerhalb des Motors ein Empfänger vorgesehen ist,
35 der die Amplitudenmodulation auswertet.

3101629

T E L D I X G m b H

Postfach 10 56 08

Grenzhöfer Weg 36

6900 Heidelberg 1

Kollektorloser Gleichstrommotor

- 5 Die Erfindung betrifft einen kollektorlosen Gleichstrommotorlosen insbesondere für Kreiselanwendung mit einer Mehrzahl von etwa kreisförmig um die Längsachse des Rotors angeordneten, axial polarisierten Dauermagneten und mit einer wenigstens zweiphasigen, aus mehreren auf einen Spulenkern
10 gewickelten Einzelpulnen bestehenden, auf dem Stator angeordneten Wicklung, wobei zwischen den Magneten und der Wicklung ein axialer Luftspalt liegt, wobei die Wicklungen von einer auf einer am Stator befestigten Platine in Form einer gedruckten Schaltung untergebrachten Kommutierungs-
15 elektronik angesteuert wird.

- Es ist aus der DE-OS 21 43 752 ein Elektromotor bekannt,
bei welchem auf dem Rotor Dauermagnete angeordnet sind, und
20 auf einem hohlen Formstück eine scheibenförmige Wicklung aufgebracht ist, wobei zwischen den Magneten und der Wicklung ein axialer Luftspalt besteht. Im Innern des hohlen Formstücks ist die Welle des Rotors geführt. Dadurch wird ein flacher Motoraufbau erreicht, der allerdings einen
25 großen Außendurchmesser aufweist und nur für niedrige Drehzahlen konzipiert ist.

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen kollektorlosen Gleichstrommotor zu schaffen, der sich durch einen
30 einfachen und kostengünstigen Aufbau auszeichnet und der insbesondere die Anforderungen, die an einen Kreiselmotor gestellt werden, wie z.B. hohe Drehzahl, geringe Abmessun-

20.01.01
- 4 -

3101629
E-477

gen, Temperaturstabilität und hohe Betriebszuverlässigkeit, erfüllt.

- 5 Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß die Platine gleichzeitig als Träger der mehreren Einzelpulen dient, wozu die Einzelpulen im Spulenkern befestigte und mit den Spulenenden elektrisch verbundene Anschlußstifte aufweisen und diese in Öffnungen der Platinen eingesteckt sind und die 10 eingesteckten Enden der Stifte mit der gedruckten Schaltung verlötet sind.

Wird die gesamte Kommutierungselektronik, die aus den Sensoren zur Erfassung des Magnetfeldes, der Verknüpfungselektronik und den Verstärkerstufen für die einzelnen Phasen besteht, in einem integrierten Bauteil untergebracht, so ergibt sich in vorteilhafter Weise ein weiter vereinfachter und vor allem verkürzter Aufbau des Motors. Eine andere vorteilhafte Weiterbildung des Motors wird durch die Verwendung 20 eines weiteren auf der zweiten Stirnseite des Rotors angebrachten Permanentmagneten erreicht. Dadurch kann auch an dieser Seite eine Platine mit Spulen angeordnet werden. Durch Verbinden dieser Spulen mit denen der ersten Platine wird ein höherer Wirkungsgrad und eine gleichmäßige Wärme- 25 verteilung erreicht.

Auf dieser zweiten Platine kann auch ein Teil der Motorkommutierung untergebracht sein und somit in vorteilhafter Weise das Platzangebot vor allem bei begrenzten Platzverhältnissen günstig genutzt werden.

Die Wicklungsenden können durch Löten, Kaltverschweißen o.ä. mit den Anschlußstiften verbunden werden, vorteilhaft hat sich jedoch das Anschweißen mittels Laserstrahl erwiesen, 35 da bei Verwendung von Spulen mit sehr dünnen Kupferdrähten ohne Vorbehandlung der Verbindungsstelle eine sichere Verbindung ermöglicht wird, die außerdem einen geringen Übergangswiderstand aufweist.

3101629

- 3 -
S
E-477

- Die Anschlußstifte bilden in einfacher Weise sowohl die mechanische Zuordnung der Spule zur Platine als auch nach dem 5 Einlöten der Spule auf die Platine die elektrische Verbindung zu den Leiterbahnen.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird die Wicklung der Einzelpulen aus einer dünnen Leiterfolie aufgebaut, wo- 10 bei die einzelnen Lagen mittels einer elektrisch nicht leitenden Folie oder Schicht isoliert werden. Dadurch erreicht man einen wesentlich höheren Kupfer-Füllfaktor und damit eine bessere Ausnutzung des vorhandenen Platzes.

- 15 In manchen Anwendungsfällen erscheint es vorteilhaft, die Drehzahl des Motors exakt bestimmen zu können, ohne eine zusätzliche Übertragungsleitung zu verwenden. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß eine oder mehrere Spulen einer Phase mit einer größeren Windungszahl versehen werden 20 und dadurch die induzierte elektromotorische Kraft (EMK) in dieser Phase größer gegenüber den anderen Phasen wird, was eine Änderung des Eingangsstromes bewirkt. Aus der zeitlichen Aufeinanderfolge der Stromänderungen, also der Periodendauer, gemessen außerhalb des Motors, kann die Drehzahl 25 des Motors berechnet werden.

Eine weitere Lösungsmöglichkeit des Problems besteht darin, auf die Platine des Motors ein Element anzuordnen, welches z.B. Lichtwellen, Mikrowellen oder andere für die Übertragung von Impulsen geeignete elektromagnetische Wellen aussendet. Dieses wird so geschaltet, daß pro Umdrehung oder einem Teil der Umdrehung des Motors ein Impuls ausgesendet wird. Mittels eines geeigneten Sensors, welcher außerhalb des Motors und eventuell auch außerhalb von, bei einem Kreiselgerät vorhandenen, Kardanrahmen angebracht ist, werden 30 35 diese Impulse empfangen und einer Auswerteschaltung zugeführt.

20.01.81
- * -
6

3101629
E-477

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 - einen Schnitt durch den Motor
5 Fig. 2 - den Aufbau einer einzelnen Motorspule
Fig. 3 - Spannungs- und Stromverlauf der Motorphasen zur Drehzahlsensierung.

Der in Fig. 1 gezeigte Gleichstrommotor ist für Kreiselanwendung, z.B. Kurskreisel, geeignet.

10 Das Gehäuse 1 des Motors ist gleichzeitig der innere Rahmen des Kreisels und besitzt Lagerzapfen 2, 3 mit welchen dieser in einem weiteren hier nicht gezeigten Rahmen gelagert ist. Der Motor besteht aus einem Rotor 4, welcher mittels 15 Kugellager 5, 6 auf einer Achse 7 drehbar gelagert ist. Die Kugellager 5, 6 sind Flanschkugellager und werden mittels Schweißringen 8, 9 unter Vorspannung auf der Achse 7 befestigt. Die Achse ist in axialer Richtung verschiebbar in zwei Gehäusedeckeln 10, 11 gelagert und kann mit zwei an 20 den Achsenden angebrachten Muttern 12, 13 in der richtigen Position gesichert werden. Der Rotor 4 trägt an den Stirnseiten Magnetringe 14, 15, welche in mehrere Segmente unterteilt sind. Die Segmente sind in Umfangsrichtung wechselweise polarisiert. Von diesen durch Luftspalte stirnseitig getrennt sind auf zwei Platinen 16, 17 mehrere Einzelpulen 18 bis 21 mittels Lötstiften befestigt. Der Aufbau der Spulen ist weiter unten näher beschrieben. Auf den Platinen 16, 17 ist ferner die Kommutierungslektronik 22, bestehend aus im Bereich des Magnetfeldes eines Magnettrings 14 angebrachten 25 Hallsensoren, Verknüpfungselektronik und Verstärkerstufen angeordnet. Die Elektronik kann aus mehreren diskreten Bauteilen oder aus einem integrierten Bauteil bestehen und wird auf die Platinen 16, 17, welche mit Leiterbahnen und Aufnahmbohrungen versehen sind, angelötet. Mittels der Leiterbahnen werden die Verbindungen von der Elektronik 22 zu den Spulen 18, 19 geschaffen. Die elektrische Verbindung der beiden 30 Platinen 18, 19 wird mit flexiblen Leitungsbändern oder Drähten 35

ten 23 hergestellt. Diese Leitungen 23 verbinden die auf beiden Seiten angebrachten Spulen jeweils einer Phase und die Teile der Kommutierungselektronik 22. Ferner wird die Motoreingangsspannung U_E mittels zweier Anschlußdrähte 24 5 auf diese Leitung 23 geführt und von hier an die Platinen 16, 17 weitergeleitet. Die Platinen sind an den Auflagestellen 25 an den Gehäusedeckeln befestigt.

Den Aufbau der Einzelpule zeigt Figur 2. In Bohrungen des 10 Spulenkörpers 31 sind Stifte 26, welche z.B. aus Schaltdraht bestehen, eingebettet. Der Beginn der Wicklung, also der Drahtanfang, liegt in der Nähe eines Stiftes 26. Um ein Hineinragen des Anschlußdrahtes in den Luftspalt zu vermeiden, wird das Ende der Wicklung um diese herumgeführt 15 und durch die Mittelbohrung 28 des Spulenkörpers 19 geleitet. Die Anschlußdrähte 29, 30 sind mittels Laserstrahlschweißen an den Stiften 26 befestigt. Die Spule kann so mit den Anschlußstiften 26 in geeignete Aufnahmehöcher der Platinen 16, 17 eingesteckt und mit den Leiterbahnen verlö- 20 tet werden. Somit wird die mechanische Zuordnung der Spule und die elektrische Verbindung in einem Arbeitsgang hergestellt.

Figur 3 zeigt die graphische Darstellung des Spannungs- 25 und Stromverlaufs bei Sensierung der Drehzahl mittels einer periodischen Stromänderung. Bei dem 3-phäsig aufgebauten Motor besitzen eine oder mehrere Spulen der 3. Phase eine größere Windungszahl als die Phasen eins und zwei. Dadurch wird eine höhere EMK in dieser Phase induziert, die die 30 Eingangsspannung U_E übersteigt. Der Eingangsstrom wird in diesem Fall zu Null. Aus der Periodendauer T der periodisch wiederkehrenden Strom-Nullstellen wird bei bekannter Magnetpolzahl die Drehzahl des Motors in einer außerhalb des Motors angeordneten Auswerteschaltung ermittelt.

Nummer:
Int. Cl. 3:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

3101629
H 02 K 29/02
20. Januar 1981
26. August 1982

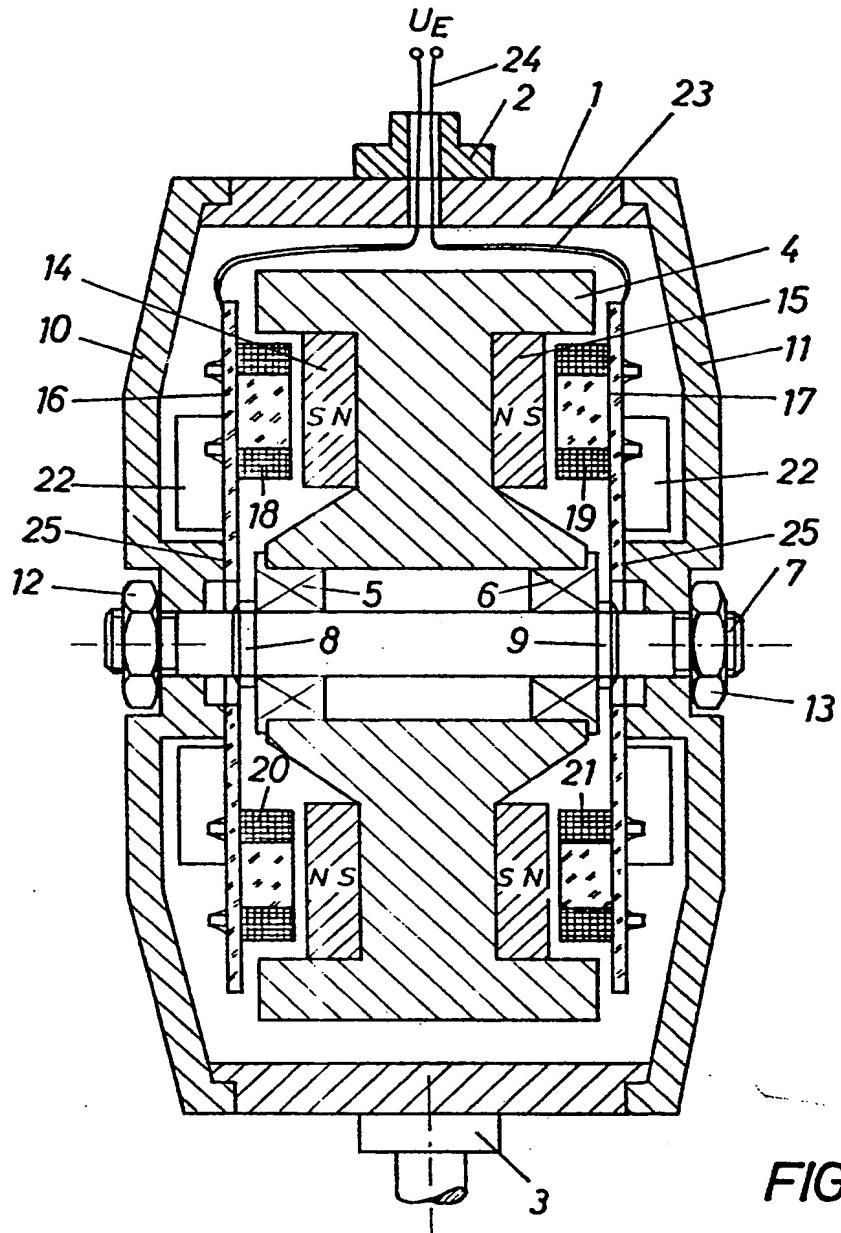
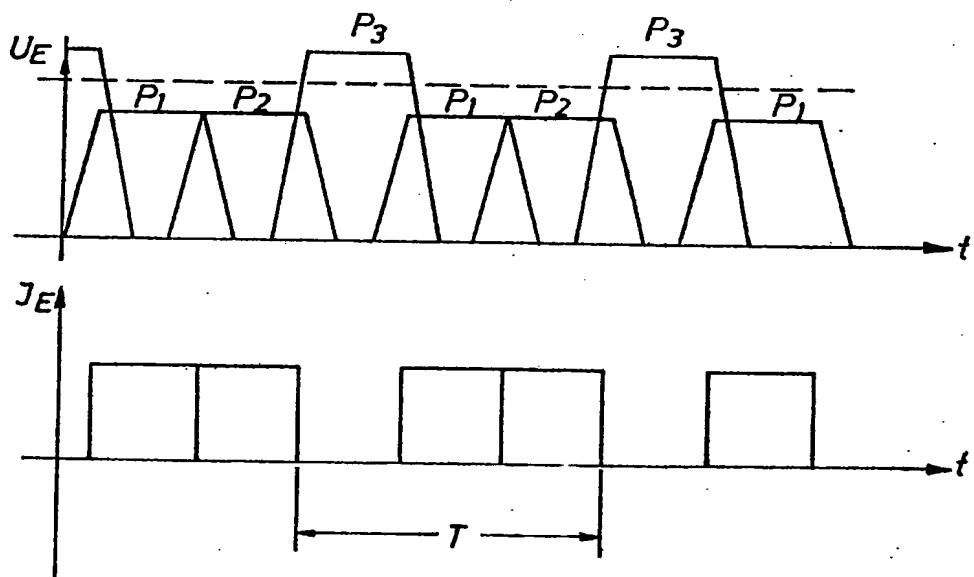
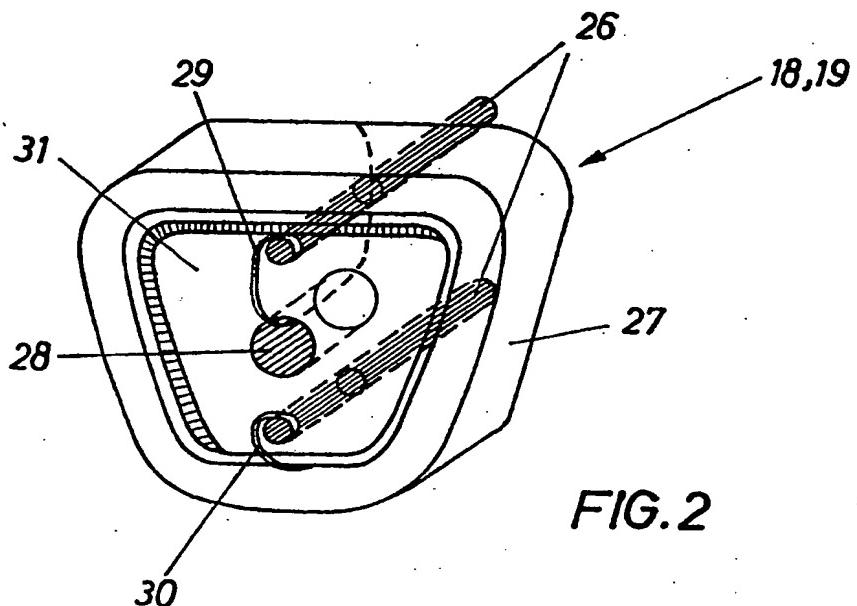


FIG.1

3101629

8



E-477

